



Тематско поглавље 14.1

Слободан Пејковић, дипл.маш.инг.

**ИЗРАДА ЕЛАБОРАТА ЕЕ И ЕНЕРГЕТСКОГ
ПАСОША ПОСТОЈЕЋЕ СТАМБЕНЕ ЗГРАДЕ**

Садржај презентације

1. Уводни појмови
2. Цреп
3. Губици енергије у преносу
4. Рекуперација
5. Пример елабората енергетске ефикасности зграде
6. Софтвер за прорачун енергетске ефикасности зграда
7. Пример енергетског пасоша

Уводни појмови

Енергетска ефикасност – значај и како је постићи

Енергетска ефикасност значи искоришћење мање количине енергије за обављање неког посла или одређене активности, а да се при томе не нарушавају услови живота и рада.

Енергетски преглед

Енергетски преглед зграде подразумева анализу енергетских карактеристика омотача и техничких система зграде у циљу утврђивања постојеће потрошње енергије и доношења закључака и препорука за повећање енергетске ефикасности.

Извештај о енергетском прегледу зграде и Елаборат о енергетској ефикасности

(Извод из Приручника о енергетској ефикасности у стамбеним зградама и кућама)

Уколико желимо да реализујемо енергетску санацију зграде и смањимо трошкове у енергији и новцу, неопходно је направити анализу постојећег стања, енергетских губитака, обима и комплексности пројекта као и цену коштања санације, па изабрати најповољнију солуцију.

Први корак, енергетски преглед зграде, треба препустити професионалцима.



ПРИРУЧНИК О ЕНЕРГЕТСКОЈ ЕФИКАСНОСТИ У стамбеним зградама и кућама

Град Београд
фeбруар 2018.

Приручник се може преузети
преко интернета.
Корисно га је прочитати.



Енергетски преглед зграде обухвата:

- 1) анализу архитектонско-грађевинских карактеристика зграде, односно анализу топлотних карактеристика термичког омотача зграде;
- 2) анализу енергетских својстава система грејања;
- 3) анализу система аутоматске регулације система грејања у згради;
- 4) мерења за утврђивање енергетског стања и/или својстава, када се до података не може доћи на други начин.

Елаборат о енергетској ефикасности зграде

Након израде Извештаја о енергетском прегледу зграде, припрема се Елаборат о енергетској ефикасности у коме лице са лиценцом инжењера (381) за енергетску ефикасност утврђује постојеће стање на објекту и ефекте мера које ће се применити на згради и побољшање енергетског разреда.

Елаборат о енергетској ефикасности ће пружити одговор на шта ће се пројекат конкретно односити, да ли ће то бити рецимо замена и изолација кровног покривача, замена столарије на објекту или комплетна реконструкција са санацијом система грејања и хлађења.

После тога се приступа изради **енергетског пасоша за зграду**.

У оквиру Централног регистра енергетских пасоша (ЦРЕП) и на интернет страници Инжењерске коморе Србије, налази се регистар одговорних инжењера за ЕЕ.

Централни Регистар Енергетских Пасоша у грађевинарству

Република Србија
 • Министарство грађевинарства, саобраћаја и инфраструктуре
 • Министарство рударства и енергетике

Корисничко име

Лозинка



Лиценцирани инжењери Овлашћене организације Енергетски пасоши

Енергетски пасоши

Претрага издатих пасоша

Назив објекта

Зграда је:

Нова зграда Постојећа зграда

Тип објекта

Зграда Функционална јединица

Број пасоша

Година изградње:

Од До

Година последње реконструкције/енергетске санације:

Од До

Град

Општина

Улица или трг/потес

Насељено место

Катастарска општина

Број катастарске парцеле

Подброј парцеле

Изаберите категорију зграде

Нето површина унутар термичког омотача A_n [m²]

Од До

Енергетски разред



Број пасоша	Град и/или општина	Адреса	Катастарска општина	Кат. парцела бр.	Година изградње	Датум издавања ▼	Тип документа	
EP000318434	ГРОЦКА - БЕОГРАД	//	ЛЕШТАНЕ	423/2	2018	01.04.2019	Енергетски пасош за стамбене зграде	

ЕНЕРГЕТСКИ ПАСОШ ЗА СТАМБЕНЕ ЗГРАДЕ

ЕНЕРГЕТСКИ ПАСОШ	ЗГРАДА	Нова зграда		
	Категорија зграде:	Зграда са једним станом		
	Тачна намена зграде:	Стамбена зграда		
	Место, адреса:	ГРОЦКА - БЕОГРАД, //		
	Катастарска парцела:	К.Р. 423/2, К. О. ЛЕШТАНЕ		
	Назив објекта:	Монтажни породични објекат у низу		
	Власник/инвеститор/правни заступник:	ЈП ЕЛЕКТРОМРЕЖЕ СРБИЈЕ		
	Извођач	ЈП ЕЛЕКТРОМРЕЖЕ СРБИЈЕ		
	Година изградње:	2018		
	Година реконструкције/енергетске санације			
	Нето површина зграде унутар термичког омотача A_n [m ²]	59,05		
	Прорачун	$Q_{H,ind,ref}$ [%]	$Q_{H,ind}$ [kWh/(m ² a)]	
		90,09	58,56	
	Подаци о лицу које је издало енергетски пасош			
Овлашћена организација: INSTITUT ZA BEZBEDNOST I SIGURNOST NA RADU DOO NOVI SAD Koste Racina 19 НОВИ САД - ГРАД				
Одговорни инжењер: Милан Лечић Број лиценце: 381004412				
Број пасоша: EP000318434				
Датум издавања/рок важења: 01.04.2019 01.04.2029				

ЕНЕРГЕТСКИ ПАСОШ ЗА СТАМБЕНЕ ЗГРАДЕ

ЕНЕРГЕТСКИ ПАСОШ	ЗГРАДА	Нова зграда		
	Категорија зграде:	Зграда са више станова		
	Тачна намена зграде:	Стамбена зграда		
	Место, адреса:	САВСКИ ВЕНАЦ - БЕОГРАД, /		
	Катастарска парцела:	К.Р. 1508/349, К. О. САВСКИ ВЕНАЦ		
	Назив објекта:	Пословно стамбени објекат у блоку бр.18-КУЛА А		
	Власник/инвеститор/правни заступник:	"Beograd na vodi" ДОО, ул. Карађорђева бр.48, Београд		
	Извођач	"STRABAG" ДОО, ул. Милутина Миланковића 36, Нови Београд		
	Година изградње:	2019		
	Година реконструкције/енергетске санације			
	Нето површина зграде унутар термичког омотача A_n [m ²]	15485,00		
	Прорачун	$Q_{H,ind,ref}$ [%]	$Q_{H,ind}$ [kWh/(m ² a)]	
		61,83	37,10	
	Подаци о лицу које је издало енергетски пасош			
Овлашћена организација: INSTITUT ZA BEZBEDNOST I SIGURNOST NA RADU DOO NOVI SAD Koste Racina 19 НОВИ САД - ГРАД				
Одговорни инжењер: Милан Лечић Број лиценце: 381004412				
Број пасоша: EP000321531				
Датум издавања/рок важења: 18.06.2019 18.06.2029				

Елаборат енергетске ефикасности дефинисан је
Правилником о енергетској ефикасности зграда
(„Службени гласник“ 61/2011 од 19.08.2011)
члановима 17 до 23.

Утврђивање испуњености услова енергетске ефикасности зграде врши се израдом елабората енергетске ефикасности, који је саставни део техничке документације, која се прилаже уз захтев за издавање грађевинске дозволе или уз захтев за издавање решења којим се одобрава извођење радова на адаптацији или санацији објекта, као и енергетској санацији.

Члан 18

Прорачун енергетских својстава зграде врши се за следеће категорије:

- 1) годишња потребна енергија за грејање;
- 2) годишња потребна енергија хлађења;
- 3) годишња потребна енергија за вентилацију;
- 4) годишња потребна енергија за припрему санитарне топле воде;
- 5) годишња потребна енергија за осветљење;
- 6) годишњи губици техничких система;
- 7) годишња испоручена енергија;
- 8) годишња потребна примарна енергија;
- 9) годишња емисија CO₂.

Члан 24

До дана избора програмског пакета из члана 23. став 2. овог правилника, прорачун и изражавање енергетског разреда зграде врши се на основу потребне енергије за грејање $Q_{H,nd}$ [$\text{kWh}/(\text{m}^2_a)$].

Од дана избора програмског пакета из става 1. овог члана, вршиће се прорачун потрошње енергије за грејање, хлађење, припрему санитарне топле воде, вентилацију и осветљење.

Правилник о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграда

("Сл. гласник РС", бр. 69/2012 и 44/2018 - др. закон)

Члан 21

До усвајања националног софтвера за прорачун укупне потребне енергије која се користи у згради, прорачун и изражавање енергетског разреда зграде врши се на основу потребне енергије за грејање $Q_{H,nd}$ [$\text{kWh}/(\text{m}^2_a)$].

Енергетски разред за стамбене зграде одређује се на основу максималне дозвољене годишње потребне финалне енергије за грејање [$\text{kWh}/(\text{m}^2_{\text{a}})$], која је дефинисана *Правилником о енергетској ефикасности зграда* (табела 6.11а и 6.11б), и то посебно за нове и посебно за постојеће зграде. Максимална дозвољена годишња потребна финална енергија за грејање $Q_{\text{H,nd,max}}$ [$\text{kWh}/(\text{m}^2_{\text{a}})$], одговара енергетском разреду „С“.

Енергетски разред зграде је показатељ енергетских својстава зграде. Изражен је преко релативне вредности годишње потрошње финалне енергије за грејање [%], и представља процентуални однос специфичне годишње потребне топлоте за грејање $Q_{H,nd}$ [$\text{kWh}/(\text{m}^2_a)$], и максимално дозвољене $Q_{H,nd,max}$ [$\text{kWh}/(\text{m}^2_a)$], за одређену категорију зграда:

$$Q_{H,nd,rel} = (Q_{H,nd} / Q_{H,nd,max}) \times 100\%$$

Енергетски разреди за стамбене зграде			
Зграде са више станова		нове	постојеће
Енергетски Разред	QH,nd,rel [%]	QH,nd [kWh/(m ² a)]	QH,nd [kWh/(m ² a)]
A+	≤15	≤9	≤10
A	≤25	≤15	≤18
B	≤50	≤30	≤35
C	≤100	≤60	≤70
D	≤150	≤90	≤105
E	≤200	≤120	≤140
F	≤250	≤150	≤175
G	>250	>150	>175

Шта је енергетски пасош?

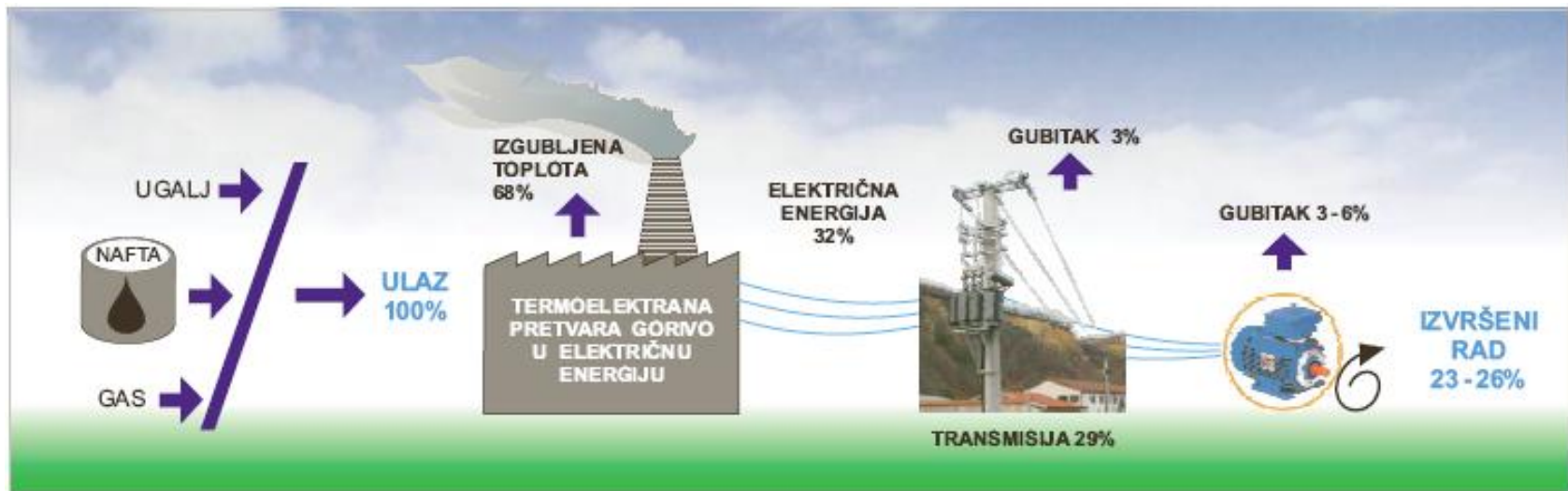
Енергетски пасош зграде је документ, тачније елаборат, који садржи податке о енергетском разреду зграде, који указује на финалну годишњу потрошњу топлотне енергије за грејање. Он ће свакоме ко купује стан или кућу показати какав је квалитет зграде са становишта комфора, потрошње енергије и будућих режијских трошкова, што ће све значајно утицати на цену некретнине.

Енергетски пасош зграде је битно средство које нас води ка циљу, а то је изградња енергетски ефикасних зграда. Обавеза сертификавања зграда значи да при купопродаји некретнина енергетски пасош схватамо пре свега као заштиту потрошача. Период важења енергетског пасоша је 10 година.

Губици енергије у преносу

У свету данас постоје два основна проблема: нестанак фосилних горива и загађење околине. Истраживања су усмерена на решавање ових проблема на два начина:

- развијање алтернативних енергетских извора (посебно обновљивих енергетских извора)
- побољшање енергетске ефикасности опреме која користи фосилна горива

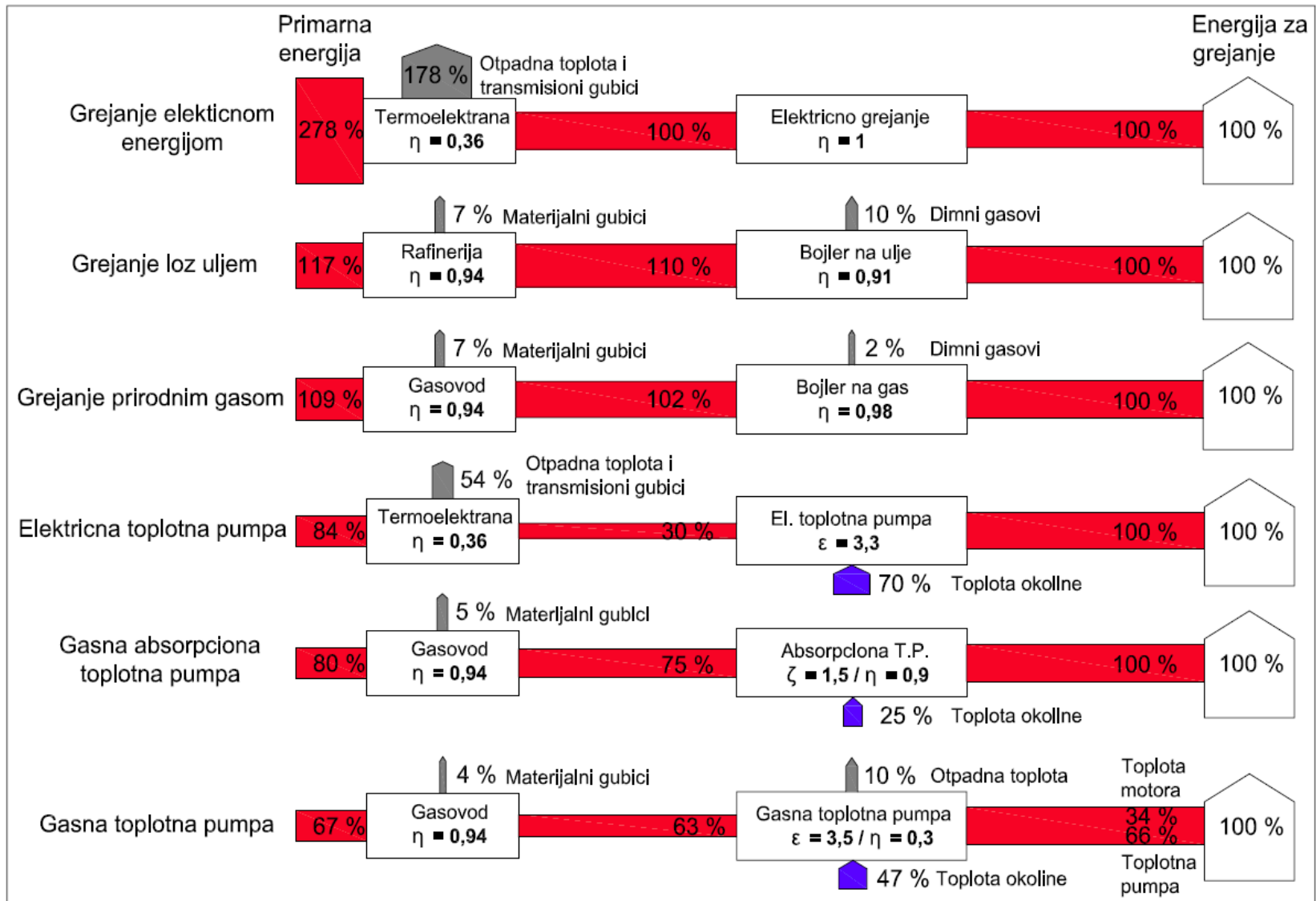


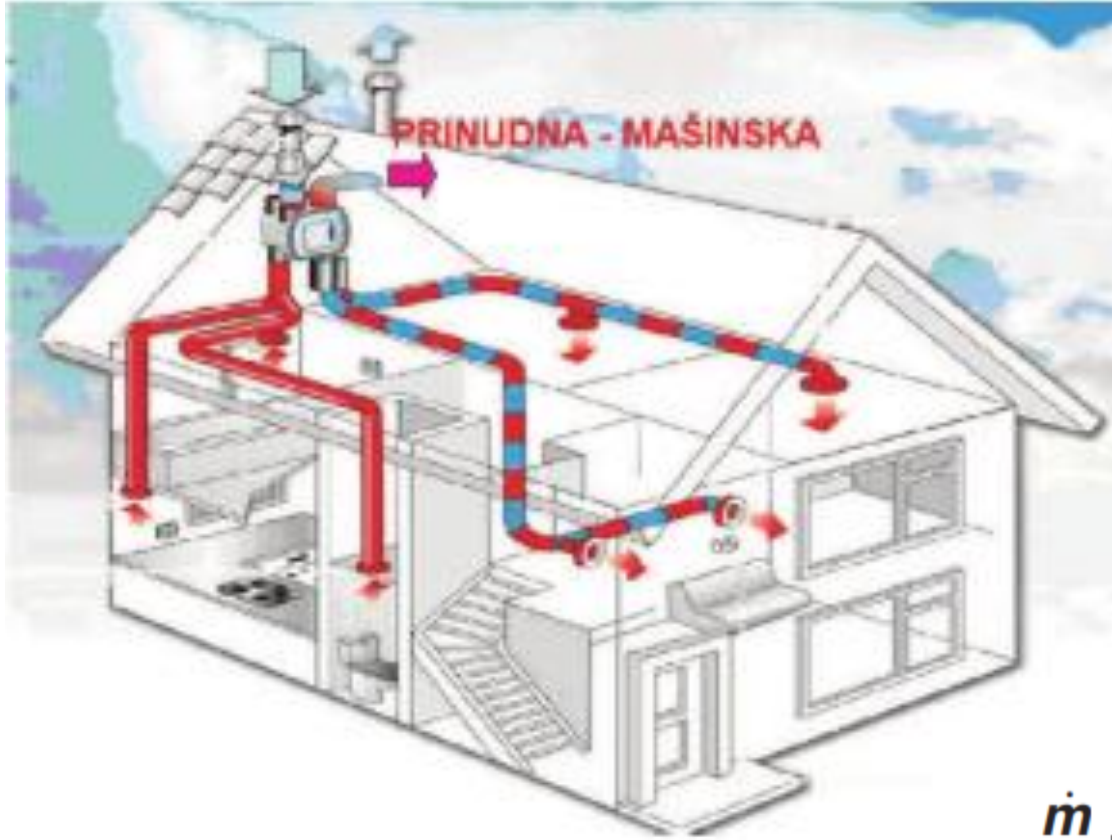
У актуелној привредно-политичкој ситуацији „сви“ ћуте или желе да забораве да термоелектране за производњу електричне енергије раде са степеном корисности 25 – 35% и са високом степеном загађења околине. На другој страни многи „стручњаци“ узимају у рачун електричну енергију као „примарну“. Гориво се углавном претвара у електричну енергију у термоелектранама, а отпадна топлота се испушта у околину, електрична енергија се потом преноси до потрошача (топлотних пумпи), где се претвара у механички рад електро мотора. У овом процесу енергија се трансформише два пута и топлотни губитци су велики.

КОГЕНЕРАЦИЈА ?

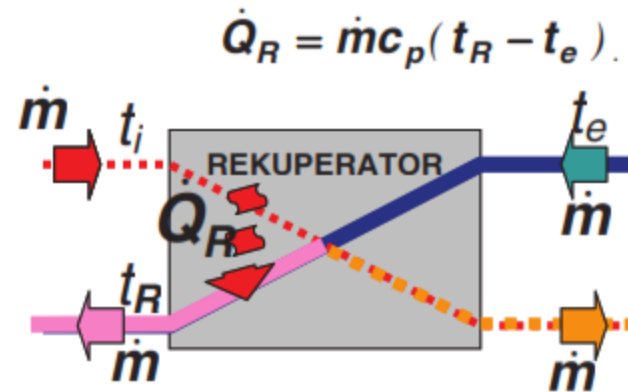
РЕКУПЕРАЦИЈА ?

Претварање примарне енергије у корисну топлоту





Рекуперација





ПРИМЕР ЕЛАБОРАТА ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ ЗГРАДЕ

Скраћена верзија



ИНЖЕЊЕРСКА КОМОРА
СРБИЈЕ

ПОЛАГАЊЕ СТРУЧНОГ ИСПИТА

Област: 14 - Енергетска ефикасност зграда
Звање: дипломирани машински инжењер

Број пријаве за полагање стручног испита: 5237
Датум пријаве: 23.03.2012.

Име: Слободан (Ђуро) Пејковић
ЈМБГ: 0105950710760

Елаборат енергетске ефикасности зграде

Београд, 28.05.2012.

1. ОПШТИ ПОДАЦИ О ЗГРАДИ

1.1. Технички опис зграде

Предмет Елабората енергетске ефикасности је приземна стамбена зграда

- Инвеститор: НАТАША ИВКОВИЋ
- Назив објекта: СТАМБЕНИ ОБЈЕКАТ
- Место градње: Нови Сад, РАКОВАЦ, ул. Михајла Пупина бб
- Број парцеле и катастарска општина: 3764/10, К.О. Раковац
- Корисна површина грејаног простора: 72.03 m²



Слика 1: Ситуација

Објекат је лоциран на терену слободном за градњу и садржи приземље.

Приземље садржи следеће просторије: улазни трем, предсобље, купатило, две собе, дневни боравак са трпезаријом и кухињом као јединственим простором. Приземље је укупне корисне површине **72.03 m²**.

Укупна бруто површина објекта износи **91.91 m²**.

Објекат је у конструктивном смислу класично грађен са носећим зидовима и хоризонталним и вертикалним серкљажима - стубовима.

Фасадни зидови су предвиђени од опеке $d=25$ cm и демит фасаде $d=5$ cm. Зидови се зидају у продужно цементном малтеру 1:3:9. Унутрашњи носећи зидови су од опеке $d=25$ cm, преградни зидови су од опеке $d=12$ cm.

Међуспратна конструкција се изводи од "ферт" гредица са испуном од глинених блокова и бетонском плочом $d=4$ cm ливеном на лицу места.

Темелји објекта су траке и темелјне стопе од бетона.

Кровна конструкција је дрвена, која се изводи од полутесане грађе ИИ класе. Нагиб крова је 39° . Кровни покривач је фалцовани цреп који се поставља преко летава.

Хидроизолацију извести преко целокупне основе приземља, испод зидова приземља са мин. преклопом у оба правца.

Термоизолација у објекту је предвиђена: на поду тавана $d=10$ cm камене вуне, на зидовима демит фасада $d=5$ cm и у поду приземља $d=5$ cm стиродур.

Зидове и плафоне малтерисати кречним малтером 1:3, глетовати и бојити по жељи Инвеститора. Зидове у купатилу обложити керамичким плочицама до плафона, а у кухињи до висине 150 cm.

Као завршна обрада подова у објекту се предвиђају керамичке плочице и паркет.

Фасадни зидови се завршно изводе од бавалита у боји по жељи Инвеститора.

Сва браварија и столарија се изводе по димензијама из пројекта. Прозори, улазна и балконска врата су застакљени изостаклом флот $4+12+4$ mm.

Сва лимарска опшивања, солбанке, олуке и олучне вертикале извести од поцинкованог лима $d=0,55$ mm.

На парцели је обезбеђено једно паркинг место и обележен је простор за смештај канти за смеће.

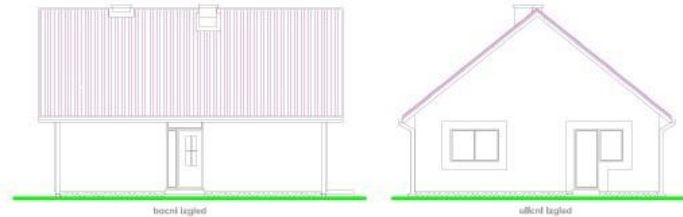
Обезбеђен је несметан пролаз у дно парцеле поред објекта ширине веће од 6.00 m за ватрогасна возила и сопствена возила.

ГРЕЈАЊЕ И КЛИМАТИЗАЦИЈА

У објекту је предвиђен шидел димњачки канал димензија 40×40 cm са отвором $\varnothing 20$ cm и зидани димњак са два димњачка канала. Шидел димњачки канал се у тавану и ван равни крова обзиђује опеком и оба димњака се завршавају бетонском капом изнад крова.

Грејање је предвиђено пећима на гас. Димњаци покривају све битне просторије у објекту.

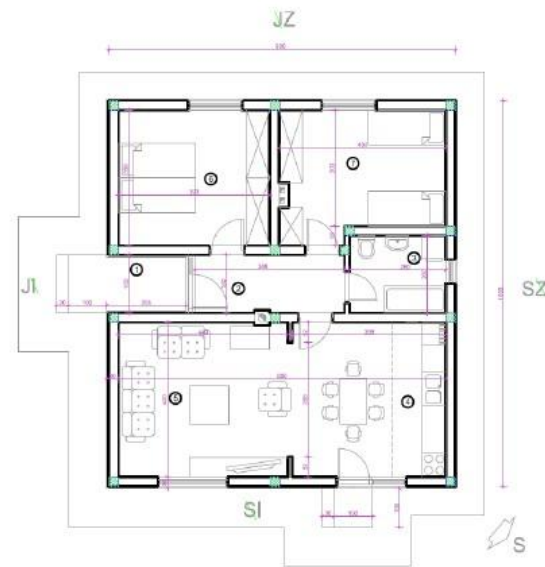
Климатизација је предвиђена помоћу сплит климатизера енергетске класе „А“ у дневном бораваку који са трпезаријом и кухињом чини јединствени простор.



Слика 2: Фасада – јужна

Слика 3: Фасада – источна

Р. бр.	Просторија	Стварна површина [m ²]	Корисна површина [m ²]	Под
1	УЛАЗНИ ТРЕМ	2.87	2.78	кер. плочице
2	ПРЕДСОБЉЕ	5.79	5.62	кер. плочице
3	КУПАТИЛО	5.00	4.85	кер. плочице
4	КУХИЊА	5.60	5.43	кер. плочице
5	ДНЕВНИ БОРАВАК	28.25	27.40	паркет
6	СОБА	13.75	13.34	паркет
7	СОБА	13.64	13.23	паркет
П бруто=91.91m ²			П=74.90m ²	П=72.65m ²



Слика 4: Распоред просторија

1.2. Основни подаци о згради

ЗГРАДА	постојећа
Намена зграде	Стамбени објекат
Врста зграде	Стамбена зграда са једним станом
Место (локација):	Нови Сад, Раковац
Власник (инвеститор):	Наташа Ивковић
Извођач:	—
Година изградње:	2009.
Нето корисна површина грејаног дела зграде [m ²]	72.03
Нето корисна запремина грејаног дела зграде [m ³]	187.28
Фактор облика	0.38
Година реконструкције/ енергетске санације:	—

2. ЛОКАЦИЈА И КЛИМАТСКИ ПОДАЦИ
2.1. Климатски подаци и положај зграде

Климатски подаци	
Локација	Нови Сад
Број степен дана грејања <i>HDD</i>	2679
Број дана грејне сезоне <i>HD</i>	181
Средња температура грејног периода $\theta_{t,nn}$ [°C]	5.2
Унутрашња пројектна температура за зимски период $\theta_{i,z}$ [°C]	20
Утицај ветра	
Положај (изложеност ветру)	отворен
Број фасада изложених ветру	више фасада
Заптивеност	добра
Број измена ваздуха [h ⁻¹]	0.5

2.2. Услови комфора

- Термички комфор (зграда термички изолована; прозори од ПВЦ материјала са двоструким стаклом; грејање и климатизација у прелазном периоду обезбеђује се помоћу сплит климатизера, у зимском периоду грејање је помоћу пећи на гас, а хлађење лети помоћу сплит климатизера; заштита од сунчевог зрачења у летњим месецима планирана је помоћу листопадног дрвећа)
- Ваздушни комфор (природна вентилација простора у згради – број измена ваздуха 0.5 h⁻¹)
- Светлосни комфор (природно осветљење)
- Звучни комфор (зидови и прозори обезбеђују адекватну звучну изолацију објекта од спољашњег простора)

Извештај о резултатима прорачуна енергетске ефикасности за породичну кућу Ивковић

3. ГРАЂЕВИНСКА ФИЗИКА

3.1. Прорачун релевантних позиција

3.1.1. Спољни зидови, подови и преграде

Спољни зид - SZ1		U=0.52 W/m ² K	U _{max} =0.4 W/m ² K
Унутра: R _{si} = 0.13 m ² K/W			
Р. бр.	Слој	d [cm]	λ[W/mK]
1	Цементни малтер	2	1.4
2	Саћаста и шупља опека	25	0.52
3	стиропор	5	0.041
4	Топотно-изолациони малтер	1	0.19
Споља: R _{se} = 0.04 m ² K/W			

Под - MS1		U=0.51 W/m ² K	U _{max} =0.4 W/m ² K
Унутра: R _{si} = 0.17 m ² K/W			
Р. бр.	Слој	d [cm]	λ[W/mK]
1	Керамичке плочице, подне - неглазиране	1	1.28
2	Цементни естрихт	6	1.4
3	ПВЦ филија - хомогена	0.1	0.23
4	стиродур 3035 S	5	0.035
5	Битуменска лепенка	1	0.19
6	Лако армирана бетонска плоча	10	2.33
7	Шљунак, суви	10	0.81
Споља: R _{se} = 0.0 m ² K/W			

Под – MS2		U=0.48 W/m ² K	U _{max} =0.4 W/m ² K
Унутра: R _{si} = 0.17 m ² K/W			
Р. бр.	Слој	d [cm]	λ[W/mK]
1	Паркет	2	0.21
2	Цементни естрихт	5	1.4
3	ПВЦ филија - хомогена	0.1	0.23
4	стиродур 3035 S	5	0.035
5	Битуменска лепенка	1	0.19
6	Лако армирана бетонска плоча	10	2.33
7	Шљунак, суви	10	0.81
Споља: R _{se} = 0.0 m ² K/W			

Плафон – MS3		U=0.27 W/m²K	U_{max}=0.4 W/m²K
Унутра: R _{si} = 0.10 m ² K/W			
Р. бр.	Слој	d [cm]	λ[W/mK]
1	Цементни малтер	2	1.4
2	Бетонски блокови са шупљином у два реда	20	0.44
3	ПВЦ филија - хомогена	0.1	0.23
4	Тврде плоче камене вуне густине 100 kg/m ³	10	0.033
Споља: R _{se} = 0.10 m ² K/W			

Унутрашњи зид – UZ1		U=1.4 W/m²K	U_{max}=0.9 W/m²K
Унутра: R _{si} = 0.13 m ² K/W			
Р. бр.	Слој	d [cm]	λ[W/mK]
1	Цементни малтер	2	1.4
2	Саћаста и шупља опека	25	0.52
3	Цементни малтер	2	1.4
Споља: R _{se} = 0.08 m ² K/W			

3.1.2. Отвори

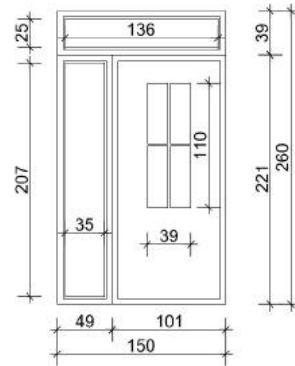
Оквир прозора је ПВЦ петокоморни са U_f = 1.3 W/m²K.

Стакло је прозирно 4-12-4 са U_g = 3 W/m²K.

Улазна – спољна врата су метална – алуминијумска.

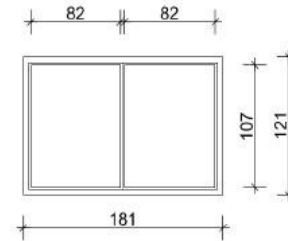
Ознака	Врста	U [W/m ² K]
PR2	Прозори, балконска врата грејаних просторија и грејане зимске баште	2.8
PR3	Прозори, балконска врата грејаних просторија и грејане зимске баште	2.78
PR4	Прозори, балконска врата грејаних просторија и грејане зимске баште	2.52
PR5	Прозори, балконска врата грејаних просторија и грејане зимске баште	2.71
PR6	Прозори, балконска врата грејаних просторија и грејане зимске баште	2.76
UL1	Спољна врата	3.05

UL 1



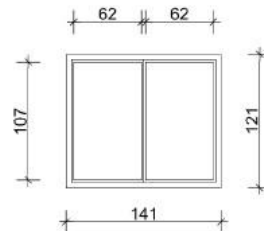
УЛАЗНА ВРАТА
ЗАСТАКЛЈЕНА ДВОКРИЛНА КОМ 1

PR 2



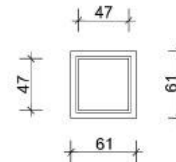
ДВОКРИЛНИ ПРОЗОР КОМ 1

PR 3



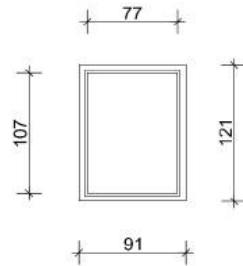
ДВОКРИЛНИ ПРОЗОР КОМ 2

PR 4



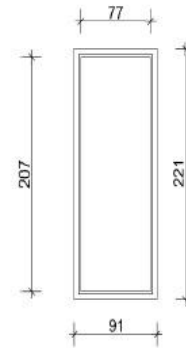
ЈЕДНОКРИЛНИ ПРОЗОР КОМ 1

PR 5



JEDNOKRILNI PROZOR KOM 1

PR 6



BALKONSKA VRATA
ZASTAKLJENA JEDNOKRILNA KOM 1

Према Српским стандардима у грађевинаству, дифузија водене паре се дефинише као струјање водене паре кроз елементе конструкције, које настаје услед разлике парцијалних притисака водене паре.

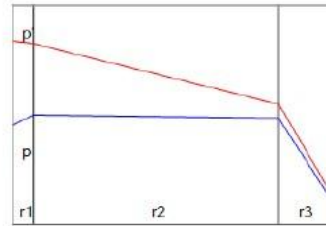
Постоје три карактеристична случаја дифузије водене паре:

а) линије притисака засићења и парцијалних притисака се не секу – нема кондензације водене паре унутар конструкције,

б) линије притисака засићења и парцијалних притисака се секу у једној тачки – има кондензације водене паре у једној равни унутар конструкције, то је равна кондензација,

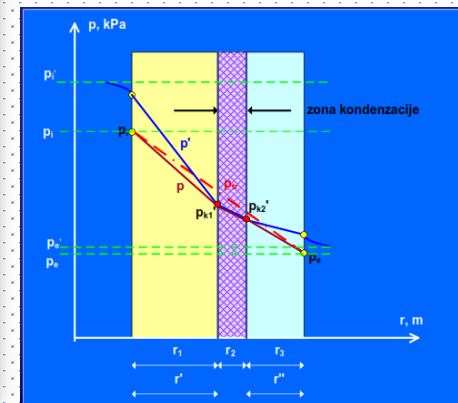
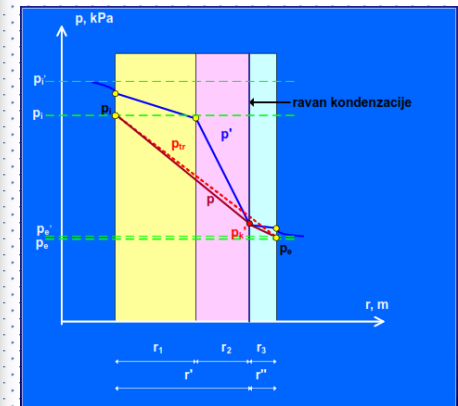
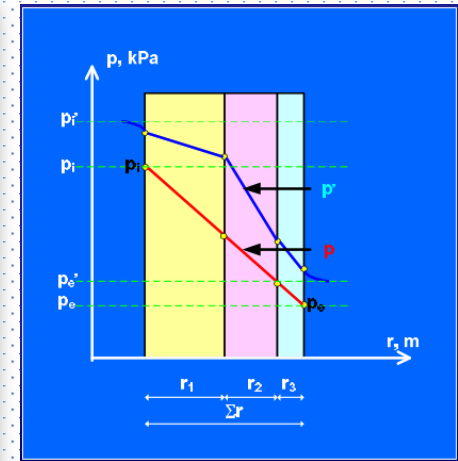
ц) линије притисака засићења и парцијалних притисака се секу у две тачке – има кондензације водене паре у зони унутар конструкције, то је зона кондензације.

3.2. Прорачун дифузије водене паре за спољни зид – SZ1



SZ1

Р. бр.	Слој	t [°C]	p [kPa]	p' [kPa]	Кондензација
--	Унутрашња површина зида	18.31	1.16	2.10	не
1	Цементни малтер	18.13	1.26	2.08	не
2	Саћаста и шупља опека	11.88	1.23	1.39	не
3	Стиропор	-3.98	0.36	0.44	не
4	Топлотно-изолациони малтер	-4.67	0.36	0.41	не
Исушење:		Период исушења:		Период исушења max: 90 дана	
Нема		0 дана			
Фактор пригушења осцилације температуре			v = 302.90	v _{min} = 15	
Кашњење осцилације температуре			η = 10 h	η _{min} = 8 h	



Након детаљног прорачуна губитака топлоте и добитака топлоте, као и добитака од сунчевог зрачења извршен је прорачун потребне енергије за грејање објекта.

6. Прорачун потребне енергије

6.1 Годишња потребна енергија за надокнаду губитака топлоте:

$$Q_{H,ht} = (HT+HV) * 24 * HDD * 0.001 = 12188 \text{ [kWh/a]}$$

6.2 Годишња енергија од добитака топлоте:

$$Q_{H,gn} = Q_p + Q_{el,en} + Q_{sol} = 188 + 1441 + 2304 = 3933 \text{ [kWh/a]}$$

6.3 Годишња потребна енергија за грејање:

$$Q_{H,nd} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} * Q_{H,gn} = 12188 - 0.98 * 3933 = 8334 \text{ [kWh/a]}$$

6.4 Специфична годишња потребна енергија за грејање:

$$Q_{H,an} = Q_{H,nd} / A_f = 8334 / 72.03 = 115.70 \text{ [kWh/m}^2 \text{ a]}$$

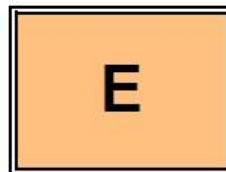
6.5 Максимална дозвољена специфична годишња потребна енергија за грејање:

$$Q_{H,an,max} = 75 \text{ [kWh/m}^2 \text{ a]}$$

6.6 Релативна вредност спец. годишње енергије за грејање:

$$Q_{H,an,rel} = Q_{H,an} / Q_{H,an,max} * 100 = (115.70 / 75) * 100 = 154$$

7. Енергетски разред зграде



**Извештај о резултатима прорачуна енергетске
 ефикасности за породичну кућу Ивковић
 са побољшаном термоизолацијом**

1. ГРАЂЕВИНСКА ФИЗИКА

1.1. Прорачун релевантних позиција

1.1.1. Спољни зидови, подови и преграде

Спољни зид - SZ1		$U=0.32 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U_{\max}=0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$
Унутра: $R_{si} = 0.13 \text{ m}^2\text{K/W}$			
Р. бр.	Слој	d [cm]	$\lambda[\text{W/mK}]$
1	Цементни малтер	2	1.4
2	Саћаста и шупља опека	25	0.52
3	Стиропор	10	0.041
4	Топлотно-изолациони малтер	1	0.19
Споља: $R_{se} = 0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$			

Плафон – MS3		$U=0.11 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U_{\max}=0.4 \text{ W/m}^2\text{K}$
Унутра: $R_{si} = 0.10 \text{ m}^2\text{K/W}$			
Р. бр.	Слој	d [cm]	$\lambda[\text{W/mK}]$
1	Цементни малтер	2	1.4
2	Бетонски блокови са шупљином у два реда	20	0.44
3	ПВЦ филија - хомогена	0.1	0.23
4	Тврде плоче камене вуне густине 100 kg/m^3	30	0.033
Споља: $R_{se} = 0.10 \text{ m}^2\text{K/W}$			

1.1.2. Отвори

Оквир прозора је ПВЦ петокоморни са $U_f = 1.3 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Стакло је прозирно 4-12-4 са $U_g = 3 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Улазна – спољна врата се мењају са дрвеним.

Ознака	Врста	U [W/m ² K]
PR2	Прозори, балконска врата грејаних просторија и грејане зимске баште	2.8
PR3	Прозори, балконска врата грејаних просторија и грејане зимске баште	2.78
PR4	Прозори, балконска врата грејаних просторија и грејане зимске баште	2.52
PR5	Прозори, балконска врата грејаних просторија и грејане зимске баште	2.71
PR6	Прозори, балконска врата грејаних просторија и грејане зимске баште	2.76
UL1	Спољна врата	1.72

6. Прорачун потребне енергије

6.1 Годишња потребна енергија за надокнаду губитака топлоте:

$$Q_{H,ht} = (HT+HV) * 24 * HDD * 0.001 = 9680 \text{ [kWh/a]}$$

6.2 Годишња енергија од добитака топлоте:

$$Q_{H,gn} = Q_p + Q_{el,en} + Q_{sol} = 188 + 1441 + 1932 = 3561 \text{ [kWh/a]}$$

6.3 Годишња потребна енергија за грејање:

$$Q_{H,nd} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} * Q_{H,gn} = 9680 - 0.98 * 3561 = 6190 \text{ [kWh/a]}$$

6.4 Специфична годишња потребна енергија за грејање:

$$Q_{H,an} = Q_{H,nd} / A_f = 6190 / 72.03 = 85.93 \text{ [kWh/m}^2 \text{ a]}$$

6.5 Максимална дозвољена специфична годишња потребна енергија за грејање:

$$Q_{H,an,max} = 75 \text{ [kWh/m}^2 \text{ a]}$$

6.6 Релативна вредност спец. годишње енергије за грејање:

$$Q_{H,an,rel} = Q_{H,an} / Q_{H,an,max} * 100 = (85.93 / 75) * 100 = 115$$

7. Енергетски разред зграде

D

УРСА - Софтвер грађевинска физика

Програм УРСА Грађевинска физика 2. је намењен изради елабората енергетске ефикасности објеката у зградарству према стандардима EN ISO 13790. SRPS EN 15315; SRPS EN 15217; SRPS.U.J5.520; SRPS.U.J5.530.

Софтвер за прорачун енергетске ефикасности зграда може се преузети са овог линка:

<https://www.ursa.rs/softver-gradevinska-fizika>

Prikaz ugradnje izolacije

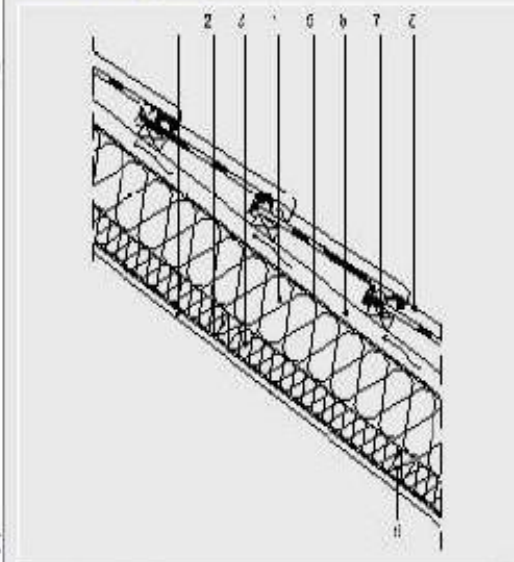
Stambene zgrade Poslovne zgrade Industrijske zgrade

URSA GLASWOOL			
1	provetravana / neprovetravna fasada	FDP 1 FDP 2/V	FDP 2 FDP 3/Vf
2	pregradni zid	TWF 1 FDP 1	TWP 1
3	viseći plafon	TWP 1	DF 40
4	plivajući estrih	TSP	TEP
URSA XPS			
6	ravni krov - obrnuti krov /parking ploča	N-III-L	N-V-L
7	zid v zemlji / sokl	N-III-PZ-I	N-III-L
8	industrijski pod	N-V-L	
9 10	talna ploča / izolacija temelja	N-III-L	N-V-L
11	zeleni krov - obrnuti krov	N-III-L	N-V-L

KATALOG GRAĐEVINSKIH KONSTRUKCIJA

- [-] KROV
 - [-] KOSI KROV
 - [+] PUNA IZOLACIJA KROVNOG VEZAČA(ROGA)
 - [-] PUNA IZOLACIJA KROVNOG VEZAČA(ROGA) SA DODATNOM IZO
 - 1.1.2.00 OSNOVNI DETALJ**
 - 1.1.2.01 SLEME
 - 1.1.2.02 NEIZOLOVANO SLEME
 - 1.1.2.03 KROVNI PROZOR
 - 1.1.2.04 DIMNJAK
 - 1.1.2.05 VENTILACIJA
 - 1.1.2.06 STREHA
 - 1.1.2.07 STREHA SA DRVENOM OBLOGOM
 - 1.1.2.08 ČELO STREHE SA MIČNIM CREPOM
 - 1.1.2.09 ČELO STREHE SA STREŠNIM ŽLEBOM
 - 1.1.2.20 ZAVRŠNA OBLOGA - GIPS KARTONSKA PLOČA
 - 1.1.2.21 ZAŠTIĆENA PARNE BRANE
 - [+] PUNA IZOLACIJA KROVNOG VEZAČA(ROGA) SA PODAŠĆANIM KROVOM
 - [+] PUNA IZOLACIJA KROVNOG VEZAČA SA PODAŠĆANIM KROVOM
 - [+] PUNA IZOLACIJA KROVNOG VEZAČA(ROGA) SA AB KROVNDM KONSTRUKCIJOM
 - [+] ADAPTACIJA POSTOJEĆEG KROVA
 - [+] RAVNI KROV
- [+] SUVOMONTAŽNA KONSTRUKCIJA
- [+] SPOLJAŠNJI ZID
- [+] HORIZONTALNA KONSTRUKCIJA

Otvori sliku (DWG)



br. materijal

- 1 ZAVRŠNA OBLOGA
- 2 PARNA BRANA
- 3 URSA SF 35 - ISPOD ROGOVA
- 4 URSA SF 35 - IZMEĐU ROGOVA
- 5 PAROPROPUSNI VODONEPROPUS
- 6 DRVENA LETVA - PROVETRAVANI PR
- 7 KROVNA LETVA

Uredi

Podaci za konstrukciju Kosi krov iznad grejanog prostora - ventilisani

Naziv građevinske konstrukcije
KK

Materijal	Debljina (cm)
GIPS-KARTONSKE PLOČE D=12,5 MM	1,2500
URSA SECO PRO 2	0,0500
URSA SF 35	5,0000
URSA SF 35	20,0000
URSA SECO PRO 0,04	0,0800
Ukupna debljina	26,3800

Unutra

Spolja

Temperatura i vlažnost za proračun difuzije

Unutrašnja temperatura (°C) 20

Spoljna proj. temperatura (°C) -5

Unutrašnja vlažnost (%) 55

Spoljašnja vlažnost (%) 90

Koeficijent prolaza toplote
 Difuzija vodene pare
 Provera otpornosti na orošavanje
 Toplotna stabilnost

n	θ_n °C	$P_{sat}(\theta_n)$ Pa	p Pa	s_d m
unutra	20,00	2335	1284	
uz zid	19,66	2287	1284	
1	19,46	2258	1228	0,15
2	19,45	2257	479	2,00
3	14,63	1663	458	0,06
4	-4,65	413	376	0,22
5	-4,66	413	361	0,04
spolja	-5,00	401	361	

U konstrukciji ne dolazi do kondenzacije.

Dijagram parodifuzije

Raspodela temperature

OSNOVNI PODACI O PROGRAMU

- ✦ Otvaranje **TAB-a NOVI PROJEKAT** i unošenje osnovnih podataka: Mesto, slika situacionog plana, grejana zapremina, korisna površina zgrade, vrsta zgrade (postojeća ili nova), tip gradnje.....
- ✦ Unošenje netransparentnih konstrukcija koje čine termički omotač zgrade (granica između grejanih i negrejanih prostora), i njihova provera na parodifuziju, kondenzaciju na unutrašnjoj površini, toplotnu stabilnost, kao i provera koeficijenta prolaza toplote U (W/m^2K) sa propisanim vrednostima. Unošenje transparentnih konstrukcija i izračunavanje njihovog koeficijenta prolaza toplote
- ✦ Unošenje u tablicu konstrukcija koje čine termički omotač zgrade ,njihovih koeficijenata prolaza toplote i površina, orijentacije i nagiba. računanje koeficijenta površinskog transmisionog gubitka zgrade H_t i površine termičkog omotača zgrade
- ✦ Zatim na osnovu površine termičkog omotača zgrade, računanje linijskih transmisionih gubitaka zgrade
- ✦ Dalje se radi proračun ventilacionih gubitaka zgrade na osnovu položaja zgrade u odnosu na teren u odnosu na ostale objekte u blizini kao i na osnovu kvaliteta stolarije koja se ugrađuje na objektu
- ✦ Određivanje unutrašnjih dobitaka od ljudi i osvetljenja
- ✦ Određivanje dobitaka usled sunčevog zračenja kroz transparentne i netransparentne površine
- ✦ Određivanje ukupne godišnje potrošnje energije za grejanje, emisije CO₂ od ove energije i klasifikacija objekta u određenu klasu potrošnje energije. Program opciono daje mogućnost da se na osnovu unetih parametara za sistem grejanja odrede gubici u njemu na osnovu čega se računa i primarna godišnja potrebna energija za grejanje kao i emisija CO₂ od ove energije.
- ✦ Program na kraju svih unetih i izračunatih parametara daje print elaborate EE i energetskog pasoša

КНАУФТЕРМ-2

Софтвер за прорачун енергетске ефикасности зграда може се преузети са овог линка:

<https://www.knaufinsulation.rs/knaufterm-2-pro-srbija>

Упутство за коришћење овог програма може се преузети са ОВОГ ЛИНКА:

<https://www.youtube.com/watch?v=dRSYr8mIOQI>



ПРИМЕР ЕНЕРГЕТСКОГ ПАСОША

ЕНЕРГЕТСКИ ПАСОШ ЗА СТАМБЕНЕ ЗГРАДЕ

Енергетски пасош за стамбене зграде	ЗГРАДА	<input type="checkbox"/> нова	<input checked="" type="checkbox"/> постојећа
	Категорија зграде	Зграда са једним станом	
	Место, адреса:	Нови Сад, Раковац, Михајла Пупина 66	
	Катастарска парцела:	3764/10, К.О. Раковац	
	Власник/инвеститор/правни заступник:	Наташа Ивковић	
	Извођач:		
	Година изградње:	2009.	
	Година реконструкције/енергетске санације:	---	
	Нето површина A_N [m ²]:	72.03	
	Прорачун	$Q_{H,nd,rel}$ [%]	$Q_{H,nd}$ [kWh/(m ² a)]
	154	115.70	
A+	≤ 15	E	
A	≤ 25		
B	≤ 50		
C	≤ 100		
D	≤ 150		
E	≤ 200		
F	≤ 250		
G	> 250		
Подаци о лицу које је издало енергетски пасош			
Овлашћена организација:			
Потпис овлашћеног лица и печат организације:			
_____ (потпис)		М.П.	
Одговорни инжењер: Слободан Пејковић, дипл. маш. инж.			
Потпис и печат одговорног инжењера ЕЕ:			
_____ (потпис)		М.П.	
Број пасоша:			
Датум издавања/рок важења:		28.05.2012. 10 год.	

Подаци о згради	
Нето површина зграде унутар термичког омотача A_N [m ²]	72.03
Запремина грејаног дела зграде V_G [m ³]	187.28
Фактор облика f_G [m ⁻¹]	1.06
Средњи коеф. трансмисионог губитка топлоте H'_T [W/(m ² K)]	0.58
Годишња потребна топлота за грејање $Q_{H,nd}$ [kWh/(m ² a)]	8334
Климатски подаци	
Локација	Нови Сад, Раковац
Број степен дана грејања HDD	2679
Број дана грејне сезоне HD	181
Средња температура грејног периода $\theta_{H,min}$ [°C]	5.2
Унутрашња пројектна температура за зимски период $\theta_{H,I}$ [°C]	20

Подаци о термотехничким системима у згради	
Систем за грејање (локални, етажни, централни, даљински)	локални
Топлотни извор	гас
Систем за припрему СТВ (локални, централни, даљински)	локални
Топлотни извор за СТВ	електрична енергија
Систем за хлађење (локални, етажни, централни, даљински)	локални
Извор енергије који се користи за хлађење	електрична енергија
Вентилација (природна, механичка, механичка са рекуперацијом)	природна
Извор енергије за вентилацију	
Врста и начин коришћења система са обновљивим изворима	Топлотна пумпа
Удео ОИЕ у потребној топлоти за грејање и СТВ [%]	40

Подаци о термичком омотачу зграде ПРЕГРАДЕ	U [W/(m ² K)]	U_{max} [W/(m ² K)]	Испуњено ДА / НЕ
(SZ1) Спољни зидови	0.52	0.4	НЕ
(MS1) Конструкција која се граничи са негрејаним простором	0.51	0.4	НЕ
(MS2) Конструкција која се граничи са негрејаним простором	0.47	0.4	НЕ
(MS3) Конструкција која се граничи са негрејаним простором	0.27	0.4	ДА
(UZ1) Унутрашње преградне конструкције	1.40	0.9	НЕ

Подаци о термичком омотачу зграде ОТВОРИ	U [W/(m ² K)]	U_{max} [W/(m ² K)]	Испуњено ДА / НЕ
(PR2) Прозори, балконска врата грејаних просторија и грејане зимске баште	2.8	1.5	НЕ
(PR3) Прозори и балконска врата грејаних просторија и грејане зимске баште	2.78	1.5	НЕ
(PR4) Прозори и балконска врата грејаних просторија и грејане зимске баште	2.52	1.5	НЕ
(PR5) Прозори и балконска врата грејаних просторија и грејане зимске баште	2.71	1.5	НЕ
(PR6) Прозори и балконска врата грејаних просторија и грејане зимске баште	2.76	1.5	НЕ
(UL1) Спољна врата	3.05	1.6	НЕ

Подаци о систему грејања	
Уређај који се користи као извор (котао, топлотна подстананица, топлотна пумпа)	Пећ на гас + топлотна пумпа
Инсталисани капацитет [kW]	8 + 4 kW
Ефикасност, степен корисности [%]	85%
Година уградње	2009.
Енергент	Гас + ел. енергија
Доња топлотна моћ [kWh/kg] [kWh/m ³]	
Емисија CO ₂ [kg/m ² a]	0.2

Подаци о начину регулације	
Аутоматска регулација рада котла/извора (да / не)	да
Централна регулација топлотног учинка (да / не)	
Локална регулација топлотног учинка (да / не)	
Дневни прекид у раду система (сати у дану)	4
Недељни прекид у раду система (дана у недељу)	
Сезонски прекид у раду система (дана у сезони)	

Подаци о губицима топлоте	[kW]
Трансмисиони губици кроз нетранспарентни део омотача зграде	4.23
Трансмисиони губици кроз прозоре и врата	1.29
Вентилациони губици кроз прозоре и врата	1.08
Укупни губици топлоте	6.60

Енергетске потребе зграде	[kWh/a]	[kWh/m ² a]
Годишња потребна топлота за грејање, $Q_{H,nd}$	8334	115.70
Годишња потребна топлота за припрему СТВ, Q_W		
Годишњи топлотни губици система за грејање, $Q_{H,b}$		
Годишњи топлотни губици система за припрему СТВ, $Q_{W,b}$		
Годишња потребна топлотна енергија, Q_H		
Годишња испоручена енергија, E_{del}		
Годишња примарна енергија, E_{prim}	9167	
Годишња емисија CO ₂ [kg/a] [kg/m ² a]	1833	25.45

Подаци о измереној потрошњи енергије*	[kWh/a]	[kWh/m ² a]
Годишња измерена топлота за грејање		
Годишња измерена топлота за припрему СТВ		
Годишња измерена топлотна енергија		
Годишња измерена електрична енергија		

Предлог мера за унапређење енергетске ефикасности зграде

1. Термоизолацију у таванском простору подебљати. Додати 20 cm камене вуне
2. Термоизолацију спољних зидова подебљати. Додати 5 cm стиропора.
3. Улазна метална врата заменити дрвеним дебљине 70 mm.

Предвиђеним мерама зграда добија енергетски разред „D“

Објашњење техничких појмова
<i>Нето површина зграде унутар термичког омотача, A_n [m²], је укупна нето површина грејаног простора зграде.</i>
<i>Запремина грејаног дела зграде, V_g [m³], јесте бруто запремина коју обухвата термички омотач зграде – запремина грејаног простора зграде.</i>
<i>Фактор облика $f_o = A/V_g$ (m⁻²), је однос између површине термичког омотача зграде (спољне мере) и њиме обухваћене бруто запремине.</i>
<i>Коефицијент трансмисионих губитака топлоте, H_T [W/K], су трансмисиони губитци топлоте кроз омотач зграде подељени разликом температура унутрашње и спољне средине.</i>
<i>Период грејања, HD ("heating days") је број дана од почетка до краја грејања зграде. Почетак и крај грејања за сваку локацију одређен је температуром границе грејања, која је обухваћена при одређивању броја Степен дана HDD ("Heating degree days").</i>
<i>Унутрашња пројектна температура, θ_{in} [°C], је задата температура унутрашњег ваздуха грејаног простора у згради.</i>
<i>Средња температура грејног периода, $\theta_{n,m}$ [°C], је осредњена вредност температуре спољног ваздуха у временском периоду грејне сезоне.</i>
<i>Годишња потребна топлота за грејање зграде, $Q_{H,nd}$ [kWh/a], је рачунски одређена количина топлоте коју грејним системом треба довести у зграду током године да би се обезбедило одржавање унутрашњих пројектних температура.</i>
<i>Годишња потребна топлотна енергија за загревање санитарне топле воде, Q_W [kWh/a], је рачунски одређена количина топлотне енергије коју системом припреме СТВ треба довести током једне године за загревање воде.</i>
<i>Годишња потребна енергија за хлађење зграде, $Q_{C,nd}$ [kWh/a], је рачунски одређена потребна количина топлоте хлађења коју расхладним системом треба одвести из зграде током године да би се обезбедило одржавање унутрашњих пројектних параметара.</i>
<i>Годишња потребна енергија за вентилацију, Q_V [kWh/a], је рачунски одређена потребна енергија за припрему ваздуха системом механичке (принудне) вентилације, делимичне климатизације или климатизације током једне године за одржавање услова комфора у згради.</i>
<i>Годишња потребна енергија за осветљење, E_L [kWh/a], је рачунски одређена количина енергије коју треба довести згради током једне године за осветљење у згради.</i>
<i>Годишња потребна топлотна енергија, Q_H [kWh/a], је збир годишње потребне топлотне енергије и годишњих топлотних губитака система за грејање и припрему санитарне топле воде у згради.</i>
<i>Годишњи топлотни губитци система грејања, $Q_{H,b}$ [kWh/a] су губитци енергије система грејања током једне године који се не могу искористити за одржавање унутрашње температуре у згради.</i>
<i>Годишњи топлотни губитци система за припрему санитарне топле воде, $Q_{W,b}$ [kWh/a], су губитци енергије система за припрему СТВ током једне године који се не могу искористити за загревање воде.</i>
<i>Годишња испоручена енергија E_{del} [kWh/a], је енергија доведена техничким системима зграде током једне године за покривање енергетских потреба за грејање, хлађење, вентилацију, потрошњу топлу воду, расвету и погон помоћних система.</i>
<i>Годишња потребна примарна енергија која се користи у згради, E_{prim} [kWh/a], је збир примарних енергија потребних за рад свих уграђених техничких система за грејање, хлађење, климатизацију, вентилацију и припрему СТВ у периоду једне године.</i>
<i>Годишња емисија угљен диоксида, CO_2 [kg/a], је маса емитованог угљен диоксида у спољну средину током једне године, која настаје као последња енергетских потреба зграде.</i>

Закључак:

- Повећањем дебљине термоизолације на зидовима са 5 на 10 cm и са 10 на 30 cm у таванском простору промењен је енергетски разред са „Е“ на „D“, али још увек нисмо постигли разред „C“.
- Важно је знати колико трошимо примарне енергије и колика је при томе емисија CO₂.



Хвала на пажњи!

s.pejkovic@mts.rs